

## INTISARI

Fenol merupakan salah satu bahan intermediat yang sangat dibutuhkan dalam industri kimia sebagai bahan baku pembuatan antiseptik, disinfektan, resin, dan cat. Indonesia tidak memiliki pabrik fenol sebagai pemasok untuk industri-industri kimia, padahal permintaan serta nilai ekspor fenol semakin meningkat, sehingga pendirian pabrik fenol dengan kapasitas 35.000 ton/tahun dapat memberikan banyak keuntungan. Perancangan Pabrik Fenol dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) ini dilakukan pada kapasitas 35.000 ton/tahun dengan memanfaatkan 300.045,97 ton tandan kosong kelapa sawit per tahun. Pabrik ini beroperasi secara kontinyu selama 24 jam sehari dalam 330 hari/tahun.

Proses dalam pabrik diawali dengan proses *pre-treatment* dimana bahan baku TKKS akan melalui proses pengecilan ukuran dan pengeringan untuk menyesuaikan ukuran padatan serta kadar air. Butiran halus TKKS kemudian akan diumpankan pada *fluidized bed reactor* untuk mengalami proses pirolisis yang berlangsung pada suhu 500<sup>0</sup>C dengan gas nitrogen sebagai gas fluidisasinya. Reaksi dalam reaktor menghasilkan *char*, *tar*, dan *noncondensable gas* dimana *char* selanjutnya akan dipisahkan dengan *cyclone*. *Tar* dan *noncondensable gas* didinginkan dengan *direct heat transfer* pada *quencher* hingga suhu 200<sup>0</sup>C dan melalui proses pendinginan lanjut pada *heat exchanger* hingga diperoleh produk *liquid* dan *vapor (noncondensable gas)*. Fenol akan dipisahkan dari air dan senyawa lain melalui proses ekstraksi cair-cair dengan menggunakan kloroform sebagai solven. Proses pemurnian fenol selanjutnya dilakukan melalui menara distilasi hingga diperoleh produk akhir fenol dengan kemurnian sebesar 97%.

Pabrik direncanakan akan dibangun di Kecamatan Bangkinang, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau. Kebutuhan bahan baku TKKS dapat diperoleh dari limbah TKKS yang dihasilkan oleh pabrik *crude palm oil* (CPO) yang berada di Provinsi Riau. Kebutuhan air dalam pabrik ini disuplai dari Sungai Kampar dengan kebutuhan air sebanyak 186.521,0488 kg/jam. Listrik yang dibutuhkan oleh pabrik ini disediakan oleh PT. Perusahaan Listrik Negara (PLN) yang terdapat di Provinsi Riau dengan total kebutuhan listrik adalah 2,44 MW dan dilengkapi dengan sumber listrik cadangan berupa 4 generator dengan daya 500 kW (efisiensi 75%).

Analisis ekonomi pada pabrik ini memberikan hasil *Fixed Capital* sebesar \$65.461.334,82, dijalankan dengan *Working Capital* sebesar \$16.872.142,88, dan *Total Production Cost*-nya sebesar \$ 152.976.213,18. Dengan mempertimbangkan kondisi operasi pada pabrik dan bahan yang terlibat dalam proses, pabrik ini tergolong ke pabrik yang *high-risk*. Analisis kelayakan pabrik memberikan hasil nilai ROI sebelum dipotong pajak sebesar 47,54%, POT sebesar 1,74 tahun, DCFRR 25,39%, BEP 40,31%, dan SDP 21,64%. Berdasarkan analisis sensitivitas, harga fenol menjadi parameter yang paling mempengaruhi nilai DCFRR. Dengan hasil evaluasi teknis dan ekonomi tersebut, pabrik ini layak untuk dikaji lebih lanjut dan menarik untuk menjadi investasi.

Kata kunci: Fenol, Tandan Kosong Kelapa Sawit, Pirolisis, Ekstraksi cair-cair

## ABSTRACT

*Phenol is one of the indispensable intermediates, for example in the chemical industry it is used as a raw material for making antiseptics, disinfectants, resins, paints, and many others. Indonesia does not have a phenol plant as a supplier for chemical industries even though the demand is large, so the establishment of a phenol plant with a capacity of 35,000 tons/year will be able to provide many benefits. The Design of Phenol Plant from Oil Palm Empty Fruit Bunches will be carried out at a capacity of 35,000 tons per year by utilizing 300,045.97 tons of empty palm oil bunches per year. This plant will operate continuously in 24 hours a day and 330 days a year.*

*The process in the plant begins with a pre-treatment process where the OPEFB raw material will go through a size reduction and drying process to adjust the size of the solids and water content. The OPEFB fine granules will then be fed to the fluidized bed reactor to undergo a pyrolysis process which takes place at a temperature of 500 °C with nitrogen gas as the fluidization gas. The reaction in the reactor produces char, tar, and noncondensable gas where the char will then be separated by a cyclone. Tar and noncondensable gas are cooled by direct heat transfer in a quencher to a temperature of 200 °C and through a further cooling process at E-01 to obtain liquid and vapor products (noncondensable gas). Phenol will be separated from water and other compounds through a liquid-liquid extraction process using chloroform as a solvent. The phenol purification process was then carried out through a distillation tower (MD-01) to obtain the final product of phenol with a purity of 97%.*

*The plant is planned to be built in Bangkinang District, Kampar Regency, Riau Province. The need for OPEFB raw materials can be obtained from EFB waste produced by crude palm oil (CPO) plants in Riau Province. The water requirement in this plant is supplied from the Kampar River with a water requirement of 186,521.0488 kg/hour. The electricity needed by this plant is provided by PT. PLN located in Riau Province with a total electricity demand of*

*2.21 MW and is equipped with a backup power source in the form of 4 generators with a power of 500 kW (75% efficiency).*

*The economic analysis on this plant gives a Fixed Capital of \$65,461,334.82, run with a Working Capital of \$16,872,142.88, and a Total Production Cost of \$152,976,213.18. Taking into account the operating conditions of the plant and the materials involved in the process, this plant is classified as a high-risk factory. The plant's profitability analysis gives the results of ROI before tax of 47.54%, POT of 1.74 years, DCFRR 25.39%, BEP 40.31%, and SDP 21.64%. Based on the sensitivity analysis, the phenol price is the parameter that most influences the DCFRR value. With the results of the technical and economic evaluation, this plant deserves to be studied further and is interesting for investment.*

*Keywords: Phenol, Oil Palm Empty Fruit Bunches, Pyrolysis, Liquid-liquid Extraction*